REPERCUSION PLANETARIA DE UNA

Los temores se han concentrado en el enfrentamiento entre EE.UU. y Rusia, pero una guerra nuclear regional entre India y Pakistán podría oscurecer el sol y matar de hambre a buena parte de la humanidad

Alan Robock y Owen Brian Toon

CONCEPTOS BASICOS

- Las bombas nucleares lanzadas en una confrontación entre India y Pakistán desencadenarían tormentas de fuego que proyectarían enormes masas de humo a la atmósfera superior.
- Las partículas permanecerían allí durante años, tapando el Sol, enfriando, oscureciendo y desecando la superficie terrestre. A ello seguiría el colapso de la agricultura y una hambruna general. Es decir, un enfriamiento global podría ser consecuencia de una guerra regional, no sólo de un conflicto entre EE.UU. y Rusia.
- Los escenarios para un enfriamiento se basan en modelos de ordenador. Pero la observación de las erupciones volcánicas, el humo de los incendios forestales y otros fenómenos respaldan la fiabilidad de los modelos.

Hace un cuarto de siglo, varios equipos internacionales de científicos demostraron que una guerra nuclear entre EE.UU. y la Unión Soviética produciría un "invierno nuclear". El humo de incendios gigantescos provocados por las bombas lanzadas sobre ciudades y zonas industriales envolvería el planeta y absorbería la luz solar en tal medida que la superficie terrestre se enfriaría, oscurecería y secaría, matando la vegetación a escala mundial y eliminando nuestras fuentes de alimentos. En verano, las temperaturas en la superficie serían de invierno.

El debate internacional acerca de esa predicción, animado por el astrónomo Carl Sagan, obligó a los líderes de ambas superpotencias a enfrentarse a la posibilidad de que su carrera de armamentos no sólo los pusiera en peligro a ellos, sino también a la humanidad entera. Los países, grandes y pequeños, exigieron el desarme.

El invierno nuclear se convirtió en un factor importante en la suspensión de la carrera de armas nucleares. En 2000, tras una mirada retrospectiva, el ex líder soviético Mijail S. Gorbachev declaraba que "los modelos elaborados por científicos rusos y norteamericanos mostraban que una guerra nuclear daría por resultado un invierno nuclear tremendamente destructivo para toda la vida en la Tierra; saber eso representó para nosotros, para las personas de moral y honor, un gran estímulo para actuar."

¿Por qué debatir en torno al tema, ahora que la guerra fría ha terminado? Sencillamente porque mientras otros países sigan haciéndose con armas nucleares, las guerras nucleares zonales podrían desencadenar una catástrofe global similar. Nuevos análisis revelan que en un conflicto entre India y


RICHARD LEE

GUERRA NUCLEAR REGIONAL

Pakistán en el cual se lanzaran 100 bombas sobre ciudades y áreas industriales —sólo el 0,4 por ciento de las más de 25.000 ojivas que hay en el mundo— se generarían humos suficientes para arruinar la agricultura mundial. Una guerra regional podría causar pérdidas de vidas incluso en países alejados del conflicto.

La guerra regional como amenaza mundial

Con ordenadores modernos y modelos climáticos novedosos, nuestro equipo ha demostrado que no sólo eran correctas las ideas de los años ochenta, sino que los efectos durarían al menos 10 años, mucho más de lo que antes se creía. Y efectuando unos cálculos de evaluación para decenios, sólo ahora posibles con los ordenadores rápidos de última generación, e incluyendo en esos cálculos los mares y toda la atmósfera, hemos descubierto que el humo incluso de una guerra regional recibiría calor del Sol y ascendería para permanecer suspendido durante años en la atmósfera superior, velando la luz solar y enfriando la Tierra.

India y Pakistán, que entrambas reúnen más de 100 cabezas nucleares, pudieran ser los adversarios más inquietantes con capacidad para desencadenar un conflicto nuclear zonal. Además de EE.UU. y Rusia (que poseen miles), hay otros países bien armados nuclearmente: China, Francia y el R.U. disponen de centenares de ojivas nucleares; Israel tiene más de 80, Corea del Norte unas 10 e Irán bien podría estar procurándose las suyas.

En 2004, esa situación impulsó a uno de los autores (Toon) y después a Rich Turco, de la Universidad de California en Los Ange-



COSTOS HUMANOS

Una guerra nuclear total entre India y Pakistán masacraría ciudades de la región y acarrearía más muertes en todo el planeta.

20 millones de personas podrían morir en la región, directamente a consecuencia de las explosiones y los posteriores incendios e irradiaciones.

1000 millones de personas que en todo el mundo hoy reciben alimentos marginales podrían morir de hambre a causa del subsiguiente colapso de la agricultura.

les, ambos veteranos de las investigaciones de los años ochenta, a comenzar a evaluar cuáles serían los efectos ambientales globales de una guerra nuclear zonal, tomando como referencia una confrontación entre India y Pakistán.

Según las últimas valoraciones de David Albright, del Instituto para la Ciencia y la Seguridad Internacional, y de Robert S. Norris, del Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales, India tiene de 50 a 60 ingenios ensamblados (con plutonio suficiente para 100) y Pakistán 60. Ambos países siguen incrementando su arsenal. Los ensayos de armas nucleares indios y pakistaníes revelan que el rendimiento de las ojivas sería similar al rendimiento explosivo de 15 kilotones (equivalente a 15.000 toneladas de TNT) de la bomba que EE.UU. lanzó contra Hiroshima.

Toon y Turco, junto con Charles Bardeen, actualmente en el Centro Nacional de Investigaciones Atmosféricas, modelaron lo que ocurriría si se arrojaran 50 bombas del tipo Hiroshima contra objetivos pakistaníes de la máxima densidad de población y 50 ingenios similares contra la India.

Sostienen algunos que las armas nucleares se emplearían con tiento. Pero en la estela de caos, miedos y comunicaciones rotas que surgiría una vez iniciada una guerra nuclear, dudamos que los líderes limitaran sus ataques de modo racional. Tal posibilidad es particularmente cierta para Pakistán, un país pequeño y expuesto a la rápida invasión en un conflicto convencional. Peter R. Laroy, de la Escuela Naval Superior, ha analizado de qué modo podría desencadenarse un conflicto entre India y Pakistán y aduce que Pakistán podría enfrentarse a la decisión de emplear todo su arsenal nuclear antes de que India arrollase sus bases militares con fuerzas convencionales.

Por supuesto, esperamos que en cualquier guerra futura no haya ningún objetivo nuclear, pero los responsables políticos y los votantes deben saber qué posibilidades hay. Toon y Turco descubrieron que en los dos países podrían morir más 20 millones de personas a causa de las explosiones, los incendios y la radiactividad; una horrible matanza. Pero los investigadores se horrorizaron al comprobar que se generaría una enorme cantidad de humo, dado el megatamaño de las ciudades de ambos países, suponiendo que cada incendio consumiese la misma superficie que en Hiroshima y una cantidad de material inflamable por persona basado en diversos estudios.

Calcularon que las 50 bombas sobre Pakistán producirían tres teragramos de humo y cuatro las 50 bombas sobre India (un teragramo equivale a un millón de toneladas métricas).

Las observaciones, desde satélites, de los incendios forestales han mostrado que el humo puede ser impulsado hacia arriba a través de la troposfera (la capa inferior de la atmósfera) y luego, hacia la estratosfera inferior (la capa inmediatamente encima, que abarca casi 50 kilómetros). Toon y Turco hicieron asimismo algunos cálculos "en el reverso del sobre" relativos a la posible repercusión climática del humo, en la hipótesis de que penetrase en la estratosfera. La ingente magnitud de tales efectos les

NASA/THE VISIBLE EARTH (*globo*); JEN CHRISTIANSEN (*cortes de la atmósfera y mapas de densidad de humo*)

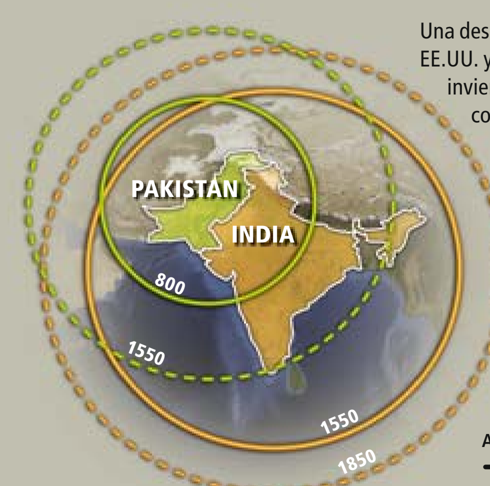
EL HUMO ENVUELVE LA TIERRA Y OSCURECE EL SOL



Dos días después, el humo de los incendios iniciados por las bombas habría atravesado la troposfera. El Sol calentaría entonces las minúsculas partículas y las impulsaría hacia la estratosfera. En esta zona nunca se dan precipitaciones, por lo cual las partículas tardarían unos 10 años en precipitarse sobre la superficie terrestre. El humo de la troposfera se despeja en cosa de una semana.

Los incendios provocados por 100 ojivas detonadas por India y Pakistán generarían al menos cinco teragramos de humo. Mediante la simulación de las condiciones meteorológicas de un 15 de mayo medio, los autores demostraron que, al cabo de cinco días, la región estaría

INDIA CONTRA PAKISTAN



Una descarga de ataques nucleares entre EE.UU. y Rusia sumergiría a la Tierra en el invierno nuclear, pero lo mismo harían unos conflictos regionales. India y Pakistán, países hace tiempo enfrentados, tienen más de 50 ojivas nucleares cada uno; si lanzasen todas esas bombas sobre ciudades y zonas industriales, el humo de los incendios colapsaría la agricultura planetaria durante diez años. Los misiles balísticos de ambos países podrían llegar a la mayoría, si no a todas, las regiones del territorio del otro.

Alcance aproximado de los misiles (en km)
— Alcance operativo
– – En desarrollo

A escala mundial, nueve países disponen de armas nucleares. Todos ellos, salvo Corea del Norte e Irán, podrían poner en peligro la civilización si emplearan sus arsenales.

PAIS	OJIVAS
Rusia	15.000
EE.UU.	9900
Francia	350
China	200
R.U.	200
Israel	80
Pakistán	60
India	50
Corea del Norte	<10
Irán	¿En desarrollo?

Fuente: Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales

convenció de que necesitaban la colaboración de un experto en modelos climáticos.

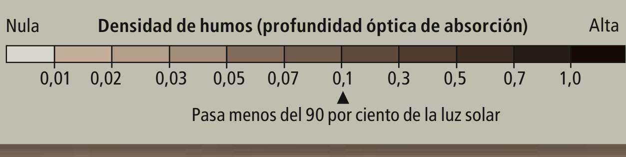
Resultó entonces que otro de los autores (Robock) ya estaba trabajando con Luke Oman, actualmente en el Centro Goddard de Vuelos Espaciales de la NASA, que estaba acabando su doctorado en la Universidad de Rutgers sobre los efectos climáticos de las erupciones volcánicas, y con Geogiy L. Stenchikov, también en Rutgers y autor del primer trabajo ruso sobre el invierno nuclear. Entre los tres desarrollaron un modelo climático que podía emplearse con notable facilidad en los cálculos sobre explosiones nucleares.

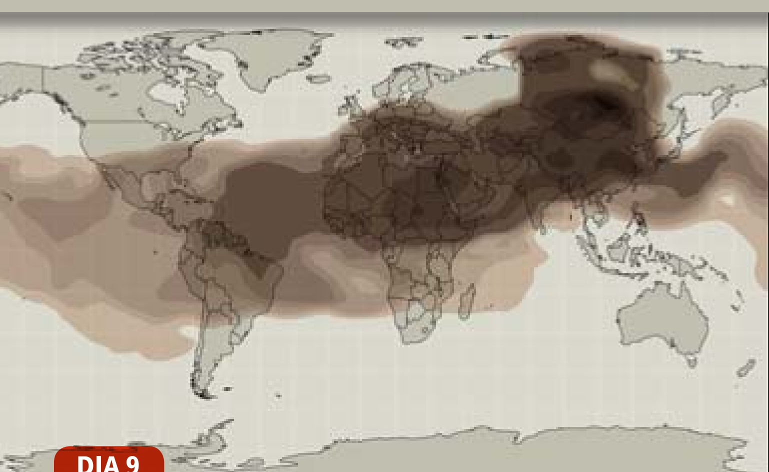
Robock y sus colegas, prudentes y cautelosos, introdujeron cinco teragramos de humo en su modelo de troposfera superior sobre India y Pakistán en un hipotético 15 de mayo. El modelo calculó de qué modo el viento impulsaría el humo por el mundo entero y de qué modo se posarían desde la atmósfera las partículas de humo. En dos semanas, el humo cubriría todos los continentes. El humo de hollín negro absorbería la luz solar, se calentaría y ascendería a la estratosfera. En ésta nunca llueve, por lo que no hay precipitaciones que limpien el aire; las partículas se asientan por gravedad, con la resistencia del aire. Las partículas de hollín son muy pequeñas, con un diámetro medio de sólo 0,1 micras, por lo que descienden muy lentamente. Además, durante las horas diurnas

Pakistán podría decidir emplear su arsenal nuclear antes de que India arrasara sus bases militares.

JEN CHRISTIANSEN (*mapa de alcance de misiles*); NASA/THE VISIBLE EARTH (*mapa de fondo*); CATHERINE WILSON (*banderas*)

cubierta por un humo denso. Nueve días después, la carbonilla se extendería por todo el globo. A los 49 días, las partículas cubrirían las zonas habitadas, bloqueando suficiente luz solar para que el cielo pareciese perpetuamente nublado en el planeta entero.







POR QUE CREERLO

Creen algunos que la teoría del invierno nuclear desarrollada en los ochenta ha caído en descrédito. Por eso quizá se sorprendan ante nuestra nueva aseveración de que una guerra nuclear zonal, entre India y Pakistán, por ejemplo, podría devastar la agricultura de todo el planeta.

La teoría original estaba rigurosamente validada. Su fundamento científico tenía el respaldo de investigaciones realizadas por la Academia Nacional de Ciencias, por estudios patrocinados por las Fuerzas Armadas de EE.UU. y por el Consejo Internacional de Sindicatos Científicos, que incluían representantes de 24 academias nacionales de la ciencia y otros organismos científicos.

Nuestros trabajos han aparecido en publicaciones de revisión paritaria. Al parecer, seguimos siendo los únicos que prosiguen con las investigaciones acerca de los riesgos medioambientales de los intercambios nucleares. Instamos a otros a que evalúen y repitan los cálculos, tanto para los efectos de una conflagración entre superpotencias como para unas guerras nucleares más zonales.

se elevan cuando el sol las calienta, y así se retrasa su desaparición.

Mostraron los cálculos que el humo llegaría en la estratosfera superior mucho más alto que las partículas de sulfato producidas en las erupciones volcánicas episódicas. Las partículas de sulfato son transparentes y absorben mucha menos luz solar que el hollín y, además, son mayores, en torno a las 0,5 micras. Las partículas volcánicas permanecen unos dos años suspendidas en el aire, pero el humo de los incendios nucleares duraría un decenio.

Heladas veraniegas

La reacción climática al humo fue sorprendente. La luz solar sufría un amortiguamiento inmediato y el planeta se enfriaba hasta temperaturas inferiores a cualquiera de las que se dieron durante los últimos 1000 años. El enfriamiento global medio, de unos 1,25 grados Celsius, persistía varios años; pasados incluso 10 años, la temperatura seguía 0,5 grados Celsius por debajo de la normal.

Los modelos mostraron asimismo una reducción del 10 por ciento en las precipitaciones en todo el mundo. Disminuían tanto las precipitaciones como las corrientes fluviales y la humedad de los suelos, porque el bloqueo de la luz solar reduce la evaporación y debilita el ciclo hidrológico. Sin embargo, la sequía se concentraba en gran parte en las latitudes bajas, pues el enfriamiento global retardaría la célula de circulación de aire de Hadley en los trópicos, responsable en buena parte de la precipitación global. En las regiones asiáticas de monzones, la lluvia se reduciría en un 40 por ciento.

Quizás el enfriamiento no parezca cosa de particular preocupación. Pero conviene saber que una leve disminución de temperatura puede acarrear consecuencias graves. El enfriamiento y menos luz solar, por ejemplo, acortarían las estaciones de crecimiento vegetal en las latitudes medias. Análisis de los períodos subsiguientes a las erupciones volcánicas masivas proporcionaron una mayor compresión de los efectos del enfriamiento. De vez en cuando, esas erupciones producen un enfriamiento temporal que dura un año o dos. La mayor de los últimos 500 años, la erupción en 1815 del Tambora en Indonesia, oscureció el Sol y produjo un enfriamiento global de 0,5 grados durante un año; 1816 pasó a ser conocido como "el año sin verano", o "mil ochocientos hielos mortales".

En Nueva Inglaterra, aunque la temperatura media del verano bajó sólo unos pocos grados, hubo heladas que arrasaron las cosechas cada mes. Tras la primera helada, los agricultores volvieron a plantar, sólo para ver sus cultivos destrozados por la helada siguiente. El precio del cereal se disparó; el del ganado cayó en picado, pues los agricultores vendían animales a los que no podían alimentar, y se inició una migración masiva desde Nueva Inglaterra hacia el Medio Oeste, pues a la gente le llegaban noticias acerca de aquella tierra fértil.

En Europa, el tiempo era tan frío y sombrío, que el mercado de ganado se hundió. Hubo hambrunas generalizadas y Mary Shelley, a sus 18 años, se inspiraba para escribir su *Frankenstein*.

Ciertas variedades de cultivo, tales como el trigo de invierno, soportan unas temperaturas más bajas, pero la falta de luz solar inhibe su capacidad de crecimiento. En nuestro escenario, la luz solar se filtraría a través de la neblina de humo suspendida en las alturas, pero a nivel del suelo cada día parecería totalmente nublado. Agrónomos y agricultores no podrían desarrollar las semillas necesarias ni ajustar las prácticas agrícolas para unas condiciones radicalmente diferentes, a menos que supieran con antelación suficiente qué cabría esperar.

Además del enfriamiento, la desecación y la oscuridad, el calentamiento de la estratosfera a causa del humo daría como resultado el agotamiento del ozono; pues las reacciones que lo crean y lo destruyen dependen de la temperatura. Michael J. Mills, de la Universidad de Colorado en Boulder, con un modelo de clima independiente del propuesto por Robock, llegó a resultados similares para la ascensión del humo y los cambios de la temperatura estratosférica. Aunque la temperatura en la superficie se enfriaría un poco, concluyó, la estratosfera se calentaría en más de 50 grados centígrados, pues las partículas de humo, negras, absorben la luz solar.

A su vez, ese calentamiento modificaría el régimen eólico en la estratosfera, que transportaría hasta los límites superiores de ésta óxidos de nitrógeno destructores de ozono. La combinación de altas temperaturas y óxidos de nitrógeno reduciría el ozono hasta los peligrosos niveles que ahora se dan cada primavera por debajo del agujero de ozono antártico. A consecuencia de la disminución de ozono, aumentaría considerablemente en el suelo la radiación ultravioleta.

La disminución de la luz solar y de las precipitaciones, los períodos de frío, el acortamiento de las épocas de crecimiento vegetal y el aumento de la radiación ultravioleta reducirían o eliminarían la producción agrícola. El enfriamiento y la pérdida de ozono serían particularmente intensos en las latitudes medias y altas de ambos hemisferios, mientras que el descenso de las precipitaciones alcanzaría su máximo en los trópicos.

Los daños específicos infligidos en el medio por cada uno de los cambios mencionados dependerían de cada cultivo concreto, del tipo de suelo, de las prácticas agrícolas y de los patrones meteorológicos regionales. Nadie ha efectuado análisis completos y detallados acerca de esas reacciones del cultivo agrícola. Incluso en tiempos normales, la alimentación de una población humana en crecimiento depende del transporte de los alimentos entre distintos puntos del globo para compensar las escaseces agrarias regionales debidas a la sequía y a los cambios meteorológicos estacionales.

La cantidad total de cereales hoy almacenada en el planeta podría alimentar a la población mundial durante un par de meses [*véase* "Crisis alimentarias: ¿una amenaza para la civilización?" por Lester R. Brown; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, julio 2009]. La mayoría de las ciudades y los países han acopiado suministros alimentarios para períodos muy cortos y las carestías de alimentos (así como el alza de los precios) han aumentado en los últimos años. Una guerra nuclear podría provocar descensos inmediatos de la producción en casi todo el mundo y un pánico generalizado a escala mundial podría paralizar el sistema global de comercio de productos agrícolas, con fuertes carestías en muchos lugares.

Una guerra nuclear entre India y Pakistán, o entre otras potencias nucleares regionales, amenazaría directamente con el hambre a unos mil millones de personas que en todo el mundo viven ahora con suministros alimenticios marginales.

Se piden pruebas independientes

Es habitual que los científicos ensayen sus modelos y teorías experimentando, pero es obvio que en este caso no podemos experimentar. Así pues, buscamos casos parecidos que puedan corroborar nuestro modelo.

Ciudades incendiadas. Por desgracia, las tormentas de fuego creadas por unas intensas liberaciones de energía han lanzado enormes cantidades de humo a la atmósfera superior. San Francisco ardió a consecuencia del terremoto de 1906. Ciudades enteras fueron reducidas a pavesas durante la Segunda Guerra Mundial: Dresde, Hamburgo, Tokio, Hiroshima y Nagasaki, entre otras. Aquellos hechos confirman que el humo procedente de incendios urbanos intensos se eleva hacia la atmósfera superior.

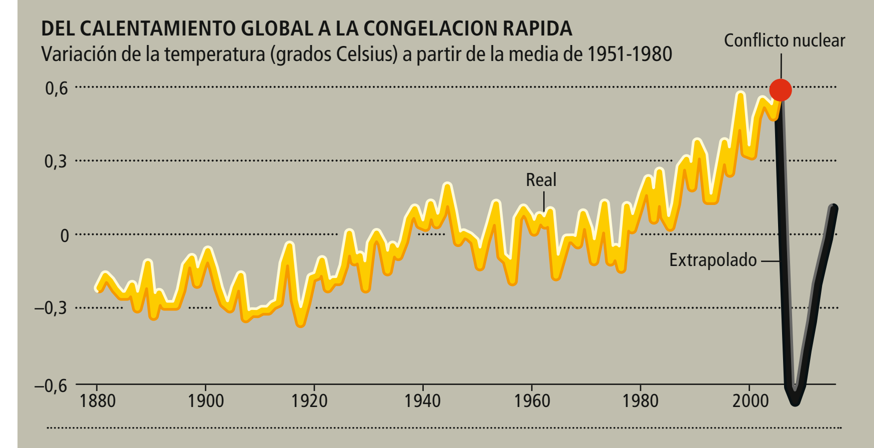
Ciclo estacional. En un invierno real, el tiempo es más frío porque los días son más cortos y la luz solar es menos intensa; el simple cambio de estaciones nos permite cuantificar los efectos de la disminución de la radiación solar. Nuestros modelos climáticos recrean per-

El colapso de la agricultura

Cinco teragramos de humos envolviendo la Tierra provocarían una bajada de las temperaturas y un aumento de la radiación ultravioleta, amenazando las cosechas a escala mundial.

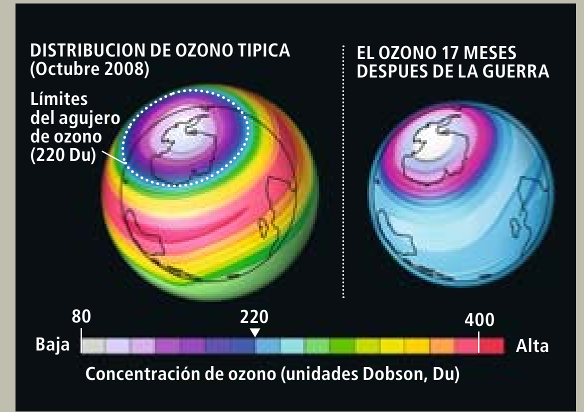
LA TEMPERATURA

La temperatura media del aire superficial en todo el globo disminuiría 1,25 grados Celsius, y 10 años después aún seguiría 0,5 grados más baja. La depresión provocaría además heladas invernales.



AGOTAMIENTO DEL OZONO

El humo absorbería luz solar suficiente para caldear la estratosfera, impulsando hacia arriba los óxidos de nitrógeno, rebajando la concentración de ozono. Como efecto, el agujero en el ozono que anualmente se sitúa sobre el polo sur (*izquierda, violeta y azul oscuro*) se extendería a todo el globo (*derecha*), permitiendo que en la superficie terrestre incidieran peligrosos niveles de radiación ultravioleta.





COSECHAS MALOGRADAS

La luz solar disminuida, las temperaturas más bajas y la sequía acortarían las estaciones de crecimiento. Heladas fuera de estación y más radiación ultravioleta abriéndose paso por una capa de ozono más tenue dañarían aún más las cosechas. Toda la producción agrícola disminuiría de inmediato a escala mundial, paralizando el comercio alimentario. Arriba, en 2007 una ola de frío intenso dañó el 70 por ciento de la cosecha californiana de cítricos.

CATHERINE WILSON (*gráfica*); FUENTE DE LA GRAFICA: "A CLOSER LOOK AT UNITED STATES AND GLOBAL SURFACE TEMPERATURE CHANGE," POR J. E. HANSEN ET AL., EN *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 106; 2001 (*variación real de la temperatura*); GEORGE RETSECK (*globos de ozono*); JUSTIN SULLIVAN *Getty Images* (*naranjas*)





1. DETERMINADOS EPISODIOS REALES, pensemos en las erupciones volcánicas explosivas y los incendios forestales arrasadores, sirven para someter a comprobación las simulaciones que predicen las consecuencias de la guerra nuclear. En 1991, el volcán del monte Pinatubo lanzó cenizas a kilómetros de altura (*arriba*) que posteriormente formaron unas capas de partículas diferenciadas que circunvalaron el planeta (*abajo*).

fectamente el ciclo estacional, lo que confirma que reflejan correctamente los cambios en la luz solar.

Erupciones. Las erupciones volcánicas explosivas, como las del Tambora en 1815, el Krakatoa en 1883 y el Pinatubo en 1991 ofrecen algunas lecciones. Los vientos transportaron alrededor del mundo las nubes de aerosol de sulfato que de resultas se formaron en la estratosfera. Tras cada erupción, la temperatura en la superficie se desplomó proporcionalmente al espesor de la nuble de partículas. A raíz de la erupción del Pinatubo, la temperatura media global en la superficie descendió en torno a 0,25 grados Celsius. Disminuyeron las precipitaciones globales, las corrientes fluviales y la humedad de los suelos. Nuestros modelos reproducen esos efectos.

Incendios forestales. A veces, el humo de los grandes incendios forestales penetra en la troposfera y en la estratosfera inferior y es arrastrado a grandes distancias, generando enfriamiento. Nuestros modelos se acomodan también a esos efectos.

La extinción de los dinosaurios. Hace 65 millones de años, un asteroide impactó en la península de Yucatán. La nube de polvo resultante, mezclada con el humo de los incendios, ocultó el Sol, matando a los dinosaurios. El volcanismo masivo que a la vez se daba en la India pudo haber agravado los efectos. Esos eventos nos enseñan que grandes cantidades de aerosoles presentes en la atmósfera terrestre pueden cambiar el clima en cuantía suficiente para acabar con especies vigorosas.

En el pasado hemos empleado tales analogías para ensayar y mejorar nuestros modelos; pero esperamos que otros avancen en esos trabajos. Serían muy instructivos unos modelos independientes que confirmaran o contradijeran los nuestros; y especialmente bienvenidas las investigaciones sobre las repercusiones en la agricultura, que nosotros no hemos llevado a cabo.

Abolición: la única política

Suelen abundar interpretaciones incorrectas acerca del invierno nuclear. Por ejemplo, la idea de que los efectos climáticos habían sido desmentidos; esto no es en absoluto cierto. También se afirma que el mundo sufriría un "otoño nuclear" y no un invierno. Pero nuestros nuevos cálculos revelan que los efectos sobre el clima, incluso los de un conflicto regional, serían generalizados y graves.

Los modelos y los ordenadores empleados en los años ochenta no estaban todavía capacitados para simular el ascenso y la persistencia del humo, ni el mucho tiempo que tardarían los mares en recobrar el calor cuando el humo al fin se disipara; los modelos actuales para un intercambio nuclear de envergadura predicen un invierno nuclear, no un otoño.

Otra falsa impresión es que el problema, aunque existiera, ha sido solventado con el fin de la carrera de armas nucleares. De hecho, un invierno nuclear podrían producirlo fácilmente los arsenales nucleares americano y ruso, tal como se ha decidido que queden en 2012. Además, el creciente número de estados nuclearizados eleva las probabilidades de que se inicie una guerra, deliberada o accidentalmente.

Corea del Norte ha amenazado con guerra si no se deja de parar e inspeccionar sus barcos en busca de materiales nucleares. Afortunadamente, Corea del Norte no dispone ahora de un arsenal nuclear utilizable, pero podría tener uno con capacidad de alcance global en el futuro próximo.

Algunos líderes indios extremistas propugnaron atacar Pakistán con armas nucleares a raíz de los últimos ataques terroristas sobre India. Como ésta podría fácilmente invadir Pakistán con fuerzas convencionales, es concebible que Pakistán atacase a India con armas nucleares si creyese que India fuese a seguir con la ofensiva.

Irán ha amenazado con destruir Israel, ya potencia nuclear, que a su vez ha jurado no

Los autores

Alan Robock es profesor de climatología en la Universidad de Rutgers y director asociado de su Centro de Predicciones Ambientales, donde investiga diversos aspectos del cambio climático. Es miembro de la Sociedad Americana de Meteorología y participante de la Comisión Intergubernamental sobre el Cambio Climático. **Owen Brian Toon** es jefe del departamento de ciencias atmosféricas y oceánicas en la Universidad de Colorado en Boulder y miembro del Laboratorio de Física Atmosférica y Espacial de dicho centro. Pertenece a la Sociedad Americana de Meteorología y a la Unión Americana de Geofísica.

TIME & PICTURES *Getty Images* (*Monte Pinatubo*); CORBIS (*capas de partículas*)

permitir jamás que Irán se convierta en potencia nuclear. Cada uno de esos ejemplos representa a un país que imagina su existencia amenazada por completo y con escaso margen de aviso. Todos esos puntos conflictivos son potencialmente susceptibles de estallar de forma súbita.

La primera guerra nuclear conmocionó tanto al mundo que, pese al masivo crecimiento desde entonces de esas armas, éstas nunca han vuelto a emplearse. Pero el único modo de eliminar la posibilidad de una catástrofe climática es eliminarlas. Una reducción pronta de los arsenales estadounidense y ruso serviría de ejemplo para el resto del mundo de que las armas nucleares no pueden emplearse, ni son necesarias.

En el marco del Tratado Estratégico de Reducción Ofensiva, EE.UU. y Rusia se comprometieron a dejar su arsenal en 1700 y 2200 las ojivas nucleares estratégicas desplegadas para finales de 2012. En julio de 2009, el presidente Barack Obama y el presidente ruso Dimitri Medvedev acordaron rebajar más esos límites, hasta dejarlo en 1500 y 1675 para 2016. Aunque sean recomendables unos arsenales nucleares menores, nuestros resultados actuales muestran que incluso las cifras más pequeñas bastan para destruir la agricultura mundial, al igual que una guerra nuclear regional.

Si esas armas se emplearan contra objetivos urbanos, matarían a centenares de millones de personas y una ingente humareda de 180 Tg inundaría la atmósfera del planeta. Durante varios años, las temperaturas permanecerían bajo cero, incluso en verano, en la mayoría de las regiones agrícolas importantes. Hasta las ojivas de un submarino portamisiles podrían producir humo suficiente para ocasionar un desastre ambiental de alcance global.

La combinación de proliferación nuclear, inestabilidad política y demografía urbana podrían constituir uno de los mayores peligros para la estabilidad de la sociedad desde los albores de la humanidad. Sólo la abolición de las armas nucleares impedirá la pesadilla. La inmediata reducción de los arsenales estadounidense y ruso al mismo nivel que el de otras potencias nucleares (unos pocos centenares) conservaría el poder disuasorio, reduciría las posibilidades de un invierno nuclear y alentaría al resto del mundo a proseguir los esfuerzos en pro de la eliminación.

Obama, consciente de la cuestión, declaraba en su primera conferencia de prensa como presidente, el 9 de febrero de 2009: “Es importante que EE.UU., de común acuerdo con Rusia..., reinicie las conversaciones acerca de cómo podemos empezar a reducir nuestros arsenales nucleares de un modo tan efectivo, que nuestra posición nos permita acudir a otros países y comenzar a recomponer conjuntamente los tratados de no proliferación”. Después, el 24 de septiembre, el presidente consiguió que el Consejo de Seguridad de Naciones Unidas aprobara un borrador de resolución para redoblar los esfuerzos encaminados a desembarazar al mundo de las armas nucleares. Los resultados de nuestros trabajos de modelado sólo refuerzan las razones para apoyar todos los avances que desde ahora se den en esa dirección.

El único modo de eliminar las posibilidades de una catástrofe climática es eliminar las armas nucleares.



CHARLES DHARAPAK *Ap Photo*

2. EL PRESIDENTE BARACK OBAMA y el presidente ruso Dmitri Medvedev firmaron un acuerdo en julio de 2009 para reducir el número de ojivas nucleares estratégicas desplegadas por cada país. Reducciones ulteriores podrían estimular a todas las naciones nucleares para que limiten drásticamente sus armamentos a escala mundial.

Bibliografía complementaria

CONSEQUENCES OF REGIONAL-SCALE NUCLEAR CONFLICTS. Owen B. Toon, Alan Robock, Richard P. Turco, Charles Bardeen, Luke Oman y Georgiy L. Stenchikov en *Science*, vol. 315, págs. 1224-1225; 2 de marzo de 2007.

CLIMATIC CONSEQUENCES OF REGIONAL NUCLEAR CONFLICTS. A. Robock, L. Oman, G. L. Stenchikov, O. B. Toon, C. Bardeen y R. P. Turco en *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 7, n.º 8, págs. 2003-2012; abril, 2007.

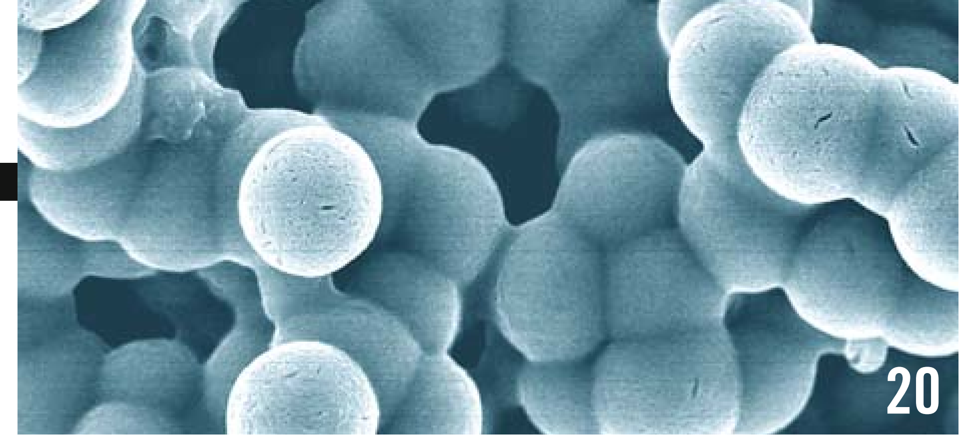
NUCLEAR WINTER REVISITED WITH A MODERN CLIMATE MODEL AND CURRENT NUCLEAR ARSENALS: STILL CATASTROPHIC CONSEQUENCES. Alan Robock, Luke Oman and Georgiy L. Stenchikov en *Journal of Geophysical Research*, vol. 112; julio, 2007.

MASSIVE GLOBAL OZONE LOSS PREDICTED FOLLOWING REGIONAL NUCLEAR CONFLICT. Michael J. Mills, Owen B. Toon, Richard P. Turco, Douglas E. Kinnison y Rolando R. Garcia en *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 105, n.º 14, págs. 5307-5312; abril de 2008.

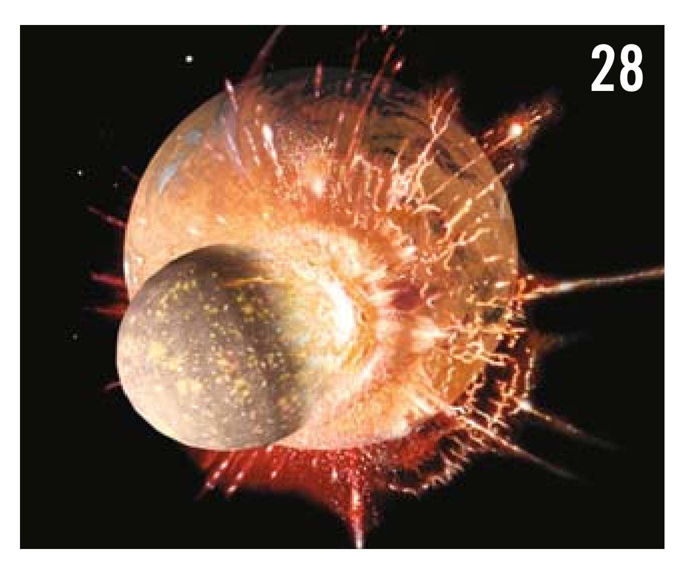
ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF NUCLEAR WAR. Owen B. Toon, Alan Robock y Richard P. Turco en *Physics Today*, vol. 61, n.º 12, págs. 37-42; diciembre 2008.

SUMARIO

Marzo de 2010/ Número 402



Sabemos ahora que las nanobacterias no son nuevos y exóticos patógenos.



Las mayores colisiones de asteroides ocurrieron hace entre 3800 millones y 2500 millones de años.



A una guerra nuclear seguiría el colapso de la agricultura y una hambruna general.

ARTICULOS